

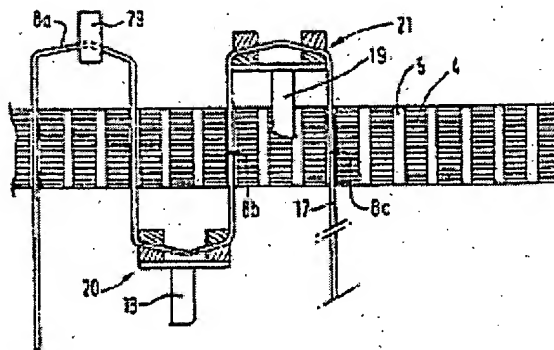
## Method of coiling an electric rotating machine stator and device for implementing this method

**Patent number:** FR2632789  
**Publication date:** 1989-12-15  
**Inventor:** SADIER JACQUES  
**Applicant:** EQUIP ELECTR MOTEUR (FR)  
**Classification:**  
- **International:** H02K3/12; H02K15/085; H02K3/12; H02K15/08; (IPC1-7): H02K15/085  
- **European:** H02K3/12; H02K15/085  
**Application number:** FR19880007691 19880609  
**Priority number(s):** FR19880007691 19880609

Report a data error here

### Abstract of FR2632789

This method of coiling an electric rotating machine stator with coiling of the "undulated" type in which, for each phase winding, the conductor wire is shaped into a "zig zag" so that the wire 17 of the phase winding, when developed, has crenellations having heights and widths which increase or decrease, is notable through its following consecutive phases: - a crenellation 8a for starting the coiling of the phase winding 8 is made beforehand on the conductor wire, away from the stator; - this first crenellation 8a is introduced and kept positioned in the two specified notches of the stator which receive it; - starting from this first crenellation 8a, a succession of other crenellations is made having heights and/or widths which increase or decrease and which correspond to the respective notches which are to receive them and into which they are introduced consecutively with the formation of each; - the conductor wire 17 is sectioned after a phase winding 8 has been coiled.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

2/5/2006, EAST Version: 2.0.1.4

La présente invention a pour objet un procédé de bobinage d'un stator, ainsi qu'un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé de bobinage. Cette invention se rapporte plus particulièrement à la réalisation des  
5 stators avec bobinages du type "ondulé", pour des machines tournantes électriques de relativement petite puissance, telles que les alternateurs équipant les véhicules automobiles.

Un bobinage du type "ondulé", auquel se rapporte plus  
10 particulièrement la présente invention, comprend des enroulements de phases formés de conducteurs qui successivement passent dans une première encoche du stator, rejoignent par l'extérieur une deuxième encoche, passent dans cette deuxième encoche, parviennent par  
15 l'extérieur à une troisième encoche distincte des précédentes et située au-delà, et ainsi de suite, de manière à former une bobine possédant une allure en "zig-zag" ou en ligne crénelée. La figure 1 du dessin schématique annexé rappelle en représentation développée  
20 ce principe connu, dans le cas d'un stator d'alternateur triphasé, les trois phases étant indiquées en 1, 2 et 3, tandis qu'on a mentionné en 4 l'empilage de tôles avec ses encoches 5.

Les bobinages du genre rappelé ci-dessus sont formés  
25 préalablement hors du stator, puis mis en place dans les encoches du stator, comme prévu dans le brevet français n°2.483.702.

Dans ce cas, les bobines constituant les phases du stator sont composées de fils non rangés, et de plus les  
30 têtes de ces bobines, c'est-à-dire leurs parties situées hors des encoches, se chevauchent comme montré sur la figure 2. Une telle configuration ne permet pas un refroidissement direct optimal des bobines par la ventilation de l'alternateur ; les bobines doivent donc  
35 être, en partie, refroidies par conduction thermique entre les fils de ces bobines et l'empilage de tôles du stator..

L'absence de rangement correct des fils se manifeste aussi, à l'intérieur des encoches du stator, par un remplissage insuffisant de ces encoches. Ainsi, pour loger les fils les encoches doivent avoir une profondeur importante, ce qui rend l'épaisseur du stator importante et peut avoir comme conséquence :

- soit une augmentation du diamètre extérieur de la machine tournante électrique ;
- soit une diminution du diamètre du rotor, entraînant elle-même une limitation de puissance de la machine tournante électrique.

Afin d'obtenir une amélioration du refroidissement des bobines du stator, ainsi qu'une diminution d'encombrement ou une augmentation de puissance d'un stator bobiné de machine tournante électrique, avec bobinage du type "ondulé", il est connu de prévoir un rangement des fils de tous les enroulements de phase dans les têtes de bobines, c'est-à-dire les parties des enroulements de phases situées hors des encoches, ces parties formant des nappes étalées avec fils rangés côte à côte, et/ou dans les parties des enroulements de phase situées à l'intérieur des encoches, ces dernières parties se présentant comme plusieurs couches superposées de fils parallèles juxtaposés.

Les parties de fil, situées les unes à côté des autres au niveau des têtes de bobines, forment ainsi des nappes étalées qui procurent une amélioration importante du refroidissement des têtes de bobines, assuré par exemple au moyen d'un ventilateur intérieur à la machine tournante électrique et entraîné par le rotor. De plus, si les fils sont aussi rangés régulièrement à l'intérieur des encoches, le remplissage de ces encoches se trouve optimisé et leur profondeur peut être réduite en conséquence. Ainsi, pour une machine tournante électrique de puissance donnée, le diamètre extérieur du stator peut être diminué ; d'une manière corrélatrice, pour une machine tournante électrique de diamètre extérieur donné, on peut

augmenter le diamètre du rotor, donc la puissance. La réduction de la profondeur des encoches permet un certain gain de matière et de poids, sur une machine de puissance donnée.

5       A cet effet, le procédé de bobinage du stator avec bobinage du type "ondulé", tel que défini ci-dessus, comprend les étapes successives suivantes :

- hors du stator, on conforme en "zig-zag" un fil électriquement conducteur, en réalisant des "créneaux" 10 ayant des hauteurs et largeurs croissantes ou décroissantes et des largeurs déterminées ;
- on sectionne ce fil en tronçons dont la longueur correspond à celle d'un enroulement de phase du stator ;
- on enroule chaque tronçon de fil, en plusieurs 15 tours, sur un support provisoire, en superposant les créneaux de hauteurs croissantes ou décroissantes ;
- on introduit le support provisoire dans l'empilage de tôles annulaires du stator, en on transfère le tronçon de fil depuis ce support provisoire vers les encoches du 20 stator.

      Ce procédé consiste ainsi à mettre en forme de façon particulière un fil, hors du stator, puis à transférer le fil sur le stator de telle sorte que les parties de fil voisines viennent notamment au niveau des têtes des 25 bobines et aussi dans ses encoches, se placer naturellement les unes à côté des autres, pour former les nappes étalées et les couches superposées recherchées dans le rangement des fils définis plus haut.

      Le fil peut être notamment conformé avec des séries 30 successives de créneaux, chaque série comprenant des créneaux en nombre prédéterminé ayant tous la même hauteur, et la hauteur de ces créneaux étant croissante ou décroissante d'une série à la suivante, chaque série correspondant à une spire de la bobine complète. La 35 différence de hauteur des créneaux est, de préférence, sensiblement égale à l'épaisseur du fil, de manière à

obtenir finalement une juxtaposition exacte des parties de fil, dans les têtes de bobines.

De plus, en vue de l'obtention du rangement correct des fils à l'intérieur des encoches, on prévoit  
5 avantageusement, dans la conformation initiale en "zig-zag", des groupes successifs de créneaux ayant des largeurs de créneaux distinctes, déterminées de telle manière que les parties de fils soient exactement  
10 juxtaposées dans chacune des couches de fils superposées prenant place finalement dans les encoches du stator.

Le processus décrit ci-dessus de formage du fil, et de coupe à la longueur voulue, s'applique à tous les enroulements de phase. Les tronçons de fils correspondant aux différentes phases sont insérés successivement dans  
15 les encoches du stator, en passant toujours par l'intermédiaire d'un support provisoire constituant une sorte de "faux rotor".

Le dispositif connu, destiné à la mise en oeuvre du procédé de bobinage défini ci-dessus comprend, entre  
20 autres, des moyens pour la conformation du fil électriquement conducteur en "zig-zag" qui comprennent essentiellement une chaîne sans fin liée à des moyens d'entraînement pas à pas, les maillons de cette chaîne sans fin comportant sur leurs faces extérieures des  
25 gabarits sensiblement rectangulaires dont l'ensemble correspond à la totalité des créneaux à réaliser pour la formation d'un enroulement de phase, des moyens étant prévus pour appliquer le fil contre le bord de ces gabarits au fur et à mesure de l'amenée du fil vers ladite  
30 chaîne sans fin.

Une fois un enroulement de phase obtenu, le tronçon de fil correspondant est coupé et transféré vers une roue réceptrice ou "faux rotor".

La roue réceptrice possède un diamètre extérieur  
35 légèrement inférieur au diamètre intérieur du stator à bobiner et une épaisseur sensiblement égale à celle du stator à bobines, la périphérie de cette roue étant

pourvue d'encoches dont le pas circonférentiel correspond au pas des encoches affectées à l'une des phases du stator à bobines, tandis que la profondeur des encoches de la roue réceptrice est prévue de manière à permettre  
5 l'empilage, à l'intérieur de ces encoches, de toutes les spires du tronçon de fil enroulé en plusieurs tours sur cette roue réceptrice.

Une manipulation, telle qu'un bras oscillant, est utilisée pour transférer la roue réceptrice garnie de  
10 l'enroulement correspondant à une phase, vers l'empilage de tôles du stator devant recevoir cet enroulement.

On comprendra de ce qui précède que chaque modification de la spécification électrique du stator bobiné peut entraîner un changement du diamètre du fil  
15 conducteur et/ou le nombre de fils dans chacune des encoches et, conséquemment, une nouvelle chaîne munie de ses gabarits associés, ainsi qu'une roue réceptrice différente. Or, si le prix de ces éléments n'influe que modérément dans une fabrication d'un stator bobiné de  
20 grande diffusion suivant une spécification déterminée, par contre, pour des séries bien moins importantes, le temps nécessaire pour le changement de la chaîne et de la roue réceptrice cumulé au prix de celles-ci pour l'obtention de séries de stators bobinés de spécifications électriques  
25 différentes, font que le prix peut être trop élevé par rapport au prix du marché, lorsque de fréquents changements de série sont nécessaires.

L'invention vise à éliminer ces inconvénients, donc à utiliser un procédé de bobinage d'un stator bobiné du type  
30 décrit ci-dessus et son dispositif de mise en oeuvre qui présente une grande souplesse d'utilisation.

A cet effet, l'invention concerne un procédé de bobinage d'un stator de machine tournante électrique avec bobine du type "ondulé" dans lequel, pour chaque  
35 enroulement de phase, le fil électriquement conducteur est conformé en "zig-zag" de manière que le fil de l'enroulement de phases une fois développé hors du stator,

présente des "créniaux" ayant des hauteurs et largeurs croissantes ou décroissantes, caractérisé en ce que, consécutivement :

- hors du stator, on réalise sur le fil
- 5 électriquement conducteur, un créneau de départ de hauteur et de largeur prédéterminées ;
- on introduit et maintient positionné ce premier créneau dans les deux encoches déterminées du stator qui le reçoivent ;
- 10 - on réalise, à partir de ce créneau de départ, une succession de créniaux ayant des hauteurs et largeurs croissantes ou décroissantes qui correspondent aux encoches respectives qui doivent les recevoir et dans lesquelles on les introduit consécutivement à la formation
- 15 de chacun ;
- on sectionne le fil selon un tronçon dont la longueur correspond à celle d'un enroulement de phase du stator.
- 20 Le dispositif selon l'invention, destiné à la mise en oeuvre du procédé de bobinage défini ci-dessus, comprend en combinaison :
- des moyens d'amenée du fil électriquement conducteur à conformer ;
- des moyens pour conformer le créneau de départ hors
- 25 du stator ;
- des moyens pour introduire et maintenir positionné le créneau de départ dans les deux encoches du stator qui le reçoivent ;
- des moyens pour conformer le fil électriquement
- 30 conducteur, à partir du créneau de départ, d'une succession de créniaux ayant des hauteurs et largeurs croissantes ou décroissantes qui correspondent aux deux encoches respectives qui doivent les recevoir et dans lesquelles lesdits moyens les introduisent consécutivement
- 35 à la formation de chacun ;
- des moyens de coupe du fil conformé en "zig-zag" dans le stator pour sa séparation en tronçons



correspondant aux enroulements de phase.

Les moyens pour conformer le fil électriquement conducteur à partir du premier créneau introduit et maintenu positionné dans les encoches considérées  
5 comprennent, dans une forme de réalisation du dispositif objet de l'invention, essentiellement deux paires de pinces aptes à pincer le fil électriquement conducteur en deux points distincts éloignés l'un de l'autre d'une distance susceptible de croître ou de décroître selon la  
10 largeur du créneau à obtenir, chaque paire de pinces étant montée à l'extrémité d'un bras manipulateur.

Les bras manipulateurs sont avantageusement asservis par des mécanismes automatiques programmés notamment par des mécanismes à commande numérique.

15 De toute façon, l'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui suit, en référence aux dessins schématiques annexés montrant un stator bobiné de machine électrique tournante illustrant le procédé de bobinage de stator selon l'invention et représentant une  
20 forme de réalisation du dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé, tout ceci évidemment à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est une vue très schématique, sous forme développée, d'un bobinage du type "ondulé" ;
- 25 - la figure 2 est une vue partielle, en perspective, d'un stator avec bobinage "ondulé" à fils non rangés ;
- la figure 3 est une vue de côté d'un stator avec bobinage à fils rangés réalisé selon le procédé de l'invention ;
- 30 - la figure 4 est une vue en bout partielle du stator avec partie en coupe ;
- la figure 5 est une vue partielle en coupe de ce stator, le plan de coupe traversant longitudinalement l'une des encoches ;
- 35 - la figure 6 représente, de façon générale, sous forme de vue développée à plat hors du stator, un tronçon de fil qui a été conformé en "zig-zag" dans le stator.

selon le procédé de l'invention, et correspondant à un enroulement de phase ;

- la figure 7 montre avec plus de précision une partie de ce tronçon de fil développée à cet effet, avec représentation superposée de deux groupes de créneaux ;

- la figure 8 est un diagramme illustrant les particularités des créneaux de ce tronçon de fil concernant leurs largeurs, pour les spires successives de l'enroulement de phase ;

- la figure 9 est une vue d'ensemble très schématique du dispositif selon l'invention ;

- les figures 10 et 11 sont des vues simplifiées d'un mode de réalisation des pinces conformes à l'invention, la figure 10 étant représentée en coupe suivant la ligne X-X de la figure 11 et la figure 11 étant vue suivant la flèche F de la figure 10 ;

- les figures 12 et 13 illustrent deux étapes successives de la réalisation d'un créneau à partir du créneau de départ.

Les figures 3 à 5 représentent un stator d'alternateur triphasé, formé par un empilage de tôles annulaires 4 avec des encoches 5 ouvertes vers l'axe et vers les faces d'extrémité 6 qui reçoivent les bobinages des trois phases appartenant au type "ondulé" dont le principe a été précédemment rappelé en référence à la figure 1, ces figures montrant seulement un enroulement de phase 1 pour plus de clarté. Les têtes de bobines, c'est-à-dire les parties de l'enroulement de phase 1 situées hors des encoches 5 de part et d'autre de l'empilage de tôles 4, forment des nappes étalées 7, relativement plates, résultant de la disposition côte à côte d'un certain nombre de parties de fils. De plus, comme cela apparaît sur la figure 4 notamment à droite, les parties de fils situées à l'intérieur des encoches 5 possèdent un rangement régulier, ces parties de fils se présentant comme plusieurs couches superposées, avec des fils parallèles juxtaposés dans chaque couche. A titre

d'exemple, il peut exister trois couches superposées avec, pour chaque couche, deux parties de fil juxtaposées à l'intérieur de chaque encoche 5.

Pour obtenir que les parties de fils viennent se  
5. placer ainsi côte à côte, de manière bien rangée, aussi bien à l'intérieur des encoches 5 que pour former les nappes étalées 7 hors des encoches, chaque enroulement de phase 1, 2 ou 3 est réalisé en conformant le fil conducteur en "zig-zag" dans les encoches du stator, selon  
10 le principe illustré par la figure 6.

Le tronçon de fil 8 en "zig-zag" que l'on a représenté développé à plat et hors du stator pour une meilleure clarté de l'invention, est subdivisé, dans le sens de sa longueur, en  $n$  séries successives de créneaux,  
15 chaque série comprenant le nombre  $N$  de créneaux correspondant à un tour complet d'enroulement du fil (à ce sujet, la figure 6 est simplifiée et n'indique pas le nombre réel de créneaux). A l'intérieur de chaque série de  $N$  créneaux, tous les créneaux sont exactement de même  
20 hauteur. La hauteur des créneaux est croissante ou décroissante d'une série à la suivante, depuis une extrémité du tronçon de fil 8 jusqu'à son autre extrémité, ce qui donne à l'ensemble une allure "étagée". Ainsi, la première série de créneaux possède une hauteur minimale  
25  $H_1$ , la deuxième série possède une hauteur légèrement supérieure  $H_2$ , etc..., l'avant dernière série de créneaux possède une hauteur  $H_{n-1}$ , et la dernière série possède une hauteur maximale  $H_n$ . L'écart de hauteur des créneaux, entre deux séries successives, est également répartie de  
30 chaque côté, où il représente sensiblement une épaisseur de fil  $e$ . L'on obtient de cette manière, qu'à chaque tour d'enroulement les parties de fils se placent, au niveau des têtes de bobines, à côté des parties de fil correspondantes appartenant à la spire d'enroulement  
35 précédente.

Pour obtenir en outre le rangement correct des fils à l'intérieur des encoches 5, il convient de respecter des

relations précises dans les largeurs des créneaux, comme l'illustrent les figures 7 et 8 :

La figure 7 montre ainsi en superposition deux groupes de créneaux, correspondant à l'une des couches de fils logées dans les encoches, les lignes en traits mixtes désignées par 9 symbolisant les axes des encoches 5 (au nombre de douze pour chaque phase dans l'exemple particulier ici considéré). E désigne ici l'entraxe de deux encoches 5 consécutives destinées à une même phase.

Dans le premier groupe de créneaux, au nombre de six et correspondant à une première spire complète 10 de l'enroulement, tous les créneaux possèdent une largeur l légèrement inférieure à l'entraxe E des encoches. Au contraire, dans le deuxième groupe de créneau, également au nombre de six et correspondant à la spire suivante 11, la largeur L de tous les créneaux est légèrement supérieure à l'entraxe E. Les deux portions de fil 10 et 11, correspondant respectivement à ces deux groupes de créneaux, suivent ainsi des trajets parallèles, sans se croiser. Pour que les deux portions de fil 10 et 11 soient exactement juxtaposées, la largeur l des créneaux du premier groupe est prévue sensiblement égale à l'entraxe E diminué de l'épaisseur e du fil, tandis que la largeur L des créneaux du deuxième groupe est prévue sensiblement égale à l'entraxe E augmenté de l'épaisseur e du fil.

La figure 8 illustre la généralisation de ce principe à toutes les couches superposées de parties de fil, en prenant pour exemple une réalisation avec trois couches superposées. On pourra donc distinguer, dans ce cas, six groupes successifs de créneaux qui correspondent à six portions de fil, numérotées de 10 à 15, ou encore à six spires lorsque le bobinage est formé et enroulé.

Ces six groupes de créneaux sont représentés les uns au-dessous des autres, avec repérage de leurs dispositions par rapport aux axes 9 des encoches de la même manière que sur la figure 7. Pour la bonne compréhension de la figure 8, on notera que c'est l'extrémité gauche de chaque

portion de fil qui se raccorde à l'extrémité droite de la portion de fil suivante, représentée immédiatement au-dessous. On peut encore remarquer certaines particularités vers ces extrémités, correspondant au passage d'une couche à une autre dans le bobinage définitivement mis en place, ainsi qu'aux branchements électriques de l'enroulement de phase. Dans l'exemple ici considéré, on forme ainsi au total,  $12 \times 6 = 72$  parties de fil parallèles, prévues pour prendre place dans douze encoches avec, dans chaque encoche du stator, six parties de fil parallèles réparties en trois couches superposées.

La figure 9 montre dans son ensemble, d'une manière très schématique, un dispositif qui permet la conformation en "zig-zag" du fil conducteur 17, telle qu'illustrée par les figures précédentes, directement dans les encoches 5 de l'empilage de tôles annulaires 4 du stator à bobiner.

Le dispositif comprend notamment : des moyens 16 pour l'amenée du fil 17, provenant de moyens de dévidage non représentés. Les moyens 16 sont asservis en translation de manière à procurer, lors de la réalisation d'un créneau, un déplacement transversal du fil de bobinage 17 équivalent approximativement au pas circonférentiel correspondant au pas des encoches affectées à l'une des phases du stator.

L'asservissement des moyens 16 peut être procuré par une vis 16a commandée par un moteur 16b à commande numérique.

Un dispositif de bridage maintient dans une position prédéterminée la partie hors du stator du créneau qui précède celui en cours de réalisation. Ce dispositif peut comprendre une pince mobile 29 dont l'ouverture, la fermeture, ainsi que son déplacement, peuvent être provoqués par des moyens de commande asservis par des mécanismes automatiques programmés.

Deux paires de pinces préhensiles 20 et 21 sont assujetties à deux bras manipulateurs 18 et 19 à mécanismes automatiques programmés tels des robots.

Les paires de pinces préhensiles 20 et 21 comprennent chacune deux pinces 22 et 23 susceptibles de s'écarter ou de se rapprocher l'une de/vers l'autre par des servo-moteurs 24.

5 Les mâchoires 22a, 22b et 23a, 23b des pinces 22 et 23 exercent leur pression sur le fil 17 à l'aide de presseurs ou vérins 25.

10 Une bride maintient la partie située hors des encoches 5 du créneau qui précède celui en cours de réalisation.

Des moyens connus non représentés sont accouplés en rotation au stator de manière à procurer audit stator, après chaque formation de créneau, un déplacement angulaire pas à pas suivant la flèche F1, d'une valeur  
15 équivalant approximativement au pas circonférentiel correspondant au pas des encoches affectées à l'une des phases.

Les figures 10 et 11 illustrent plus précisément le mode de réalisation des paires de pinces 20, 21  
20 agencées à l'extrémité des bras manipulateurs 18 et 19. Chaque paire de pinces 20, 21 comprend deux pinces 22 et 23 susceptibles de se rapprocher ou de s'écarter l'une de l'autre par l'intermédiaire d'un mécanisme servo-moteur 24, telle une vis 27, à filets inverses 27a, 27b,  
25 accouplée à un moteur 28 à commande numérique.

Le décalage des pinces 20, 21 entre elles est défini automatiquement en rapport à la largeur des créneaux à obtenir.

30 Quant à la hauteur des créneaux, elle est obtenue par la position automatique des bras manipulateurs 18 et 19 agissant comme des robots par rapport au stator.

Les mâchoires 22a et 23a des pinces 20 et 21 présentent une certaine déclivité, tel un arrondi, de façon que la partie 17a du fil de bobinage 17 située  
35 entre les pinces 20 et 21 qui l'enserrent soit cambrée, selon un arc de flèche "f" et dont la corde correspond à la largeur du créneau à obtenir.

La partie cambrée 17a du fil conducteur 17 a essentiellement pour but de procurer du mou au créneau afin de faciliter, sans blesser le fil, son introduction dans les encoches qui le reçoivent.

5 Le pincement du fil conducteur 17 par les pinces 22 et 23 est commandé par des vérins ou presseurs 25 qui agissent sur au moins l'une des mâchoires 22a, 22b, 23a, 23b de chaque pince 22, 23.

10 C'est ainsi que sur la figure 11 on a représenté la pince 22 vue suivant la flèche F de la figure 10.

Cette pince 22, qui s'articule autour d'un axe 30 agencé à l'extrémité du bras manipulateur 18, comprend une mâchoire fixe 22a à l'extrémité de la pince 22 et une mâchoire mobile 22b coulissant le long de celle-ci sous  
15 l'action du vérin ou presseur 25.

Il est évident que, sans modifier le procédé d'obtention du bobinage, la mâchoire 22b peut inversement être mobile tandis que la mâchoire 22a est fixe. On pourra également prévoir la possibilité de rapprocher ou  
20 d'écarter les pinces 22 et 23 l'une de l'autre de manière non symétrique en commandant chacune des pinces par un vérin ou presseur 25 (non représenté).

Les figures 12 et 13 illustrent très schématiquement deux étapes prépondérantes dans la formation des créneaux  
25 avec le dispositif décrit ci-dessus.

Tout d'abord, on réalise un créneau de départ 8a, hors du stator 5, que l'on positionne ensuite dans les deux encoches 4 du stator 5 qui lui sont affectées.

Il va de soi que la formation du créneau 8a de départ  
30 peut être réalisée par les deux paires de pinces 20 et 21, les bras manipulateurs 18 et 19 étant programmés en conséquence.

Une fois introduit dans les encoches 4, le créneau de départ 8a est maintenu en position par le dispositif de  
35 bridage 29, puis ensuite en se reportant de nouveau à la figure 9, les bras manipulateurs 18 et 19 amènent les deux paires de pinces préhensiles 20 et 21 à pincer le fil.

conducteur 17 aux endroits déterminés par la programmation du dispositif en rapport avec la largeur et la hauteur des créneaux à obtenir.

Comme illustré sur la figure 12, les deux bras  
5 manipulateurs 18 et 19 conduisent simultanément les deux paires de pinces 20 et 21 à conformer le fil conducteur 17 de manière telle à permettre à la paire de pinces 21 de pénétrer à l'intérieur du stator 5 qu'elle traverse puis, comme représenté sur la figure 13, à introduire les  
10 portions de fils 8b, 8c qui déterminent les créneaux, dans les encoches qui leur sont affectées.

Les paires de pinces 20 et 21 sont ensuite manipulées pour revenir à la position représentée sur la figure 9 pour un nouveau cycle d'opérations illustré par les  
15 figures 12 et 13 et ainsi de suite jusqu'à la formation complète de l'enroulement de phase.

Le même processus est ensuite effectué pour la formation des autres enroulements de phase directement dans les encoches 5 du stator 4.

20 Afin de faciliter la formation des enroulements qui suivent, il est recommandé d'évaser les parties des créneaux hors stator des enroulements par l'introduction, par exemple, d'un gabarit à l'intérieur des enroulements de phase (non représenté).

25 Il va de soi que l'invention ne se limite pas au seul mode de mise en oeuvre décrit ci-dessus à titre d'exemple, et s'applique à un stator de caractéristiques particulières ; bien au contraire, le procédé de bobinage selon l'invention et le dispositif pour la mise en oeuvre  
30 de ce procédé sont adaptables à tous bobinages du type "ondulé", quelque soit le nombre des phases, le nombre des encoches et la section du fil conducteur.



REVENDICATIONS

- 1) Procédé de bobinage d'un stator de machine tournante électrique avec bobinage du type "ondulé" dans lequel, pour chaque enroulement de phase, le fil conducteur est conformé en "zig-zag" de manière que le  
5 fil de l'enroulement de phase (17), une fois développé, présente des créneaux ayant des hauteurs et largeurs croissantes ou décroissantes, caractérisé en ses phases consécutives suivantes :
- on réalise au préalable sur le fil conducteur,  
10 hors du stator, un créneau de départ (8a) de bobinage d'enroulement de phase (8) ;
  - on introduit et maintient positionné ce premier créneau dans les deux encoches déterminées du stator qui le reçoivent ;
  - 15 - on réalise, à partir de ce premier créneau (8a), une succession d'autres créneaux ayant des hauteurs et/ou des largeurs croissantes ou décroissantes qui correspondent aux encoches respectives qui doivent les recevoir et dans lesquelles on les introduit  
20 consécutivement à la formation de chacun ;
  - on sectionne le fil conducteur après bobinage d'un enroulement de phase.
- 2) Procédé de bobinage d'un stator de machine tournante électrique selon la revendication 1,  
25 caractérisé en ce que l'on bride au moins la partie située hors des encoches du créneau qui précède celui en cours de réalisation.
- 3) Procédé de bobinage d'un stator de machine tournante électrique selon la revendication 1,  
30 caractérisé en ce qu'on évase les parties des créneaux situées hors des encoches du stator après la formation de chacun des enroulements de phase, excepté le dernier, et que l'on ramène dans une position définitive.
- 4) Procédé de bobinage d'un stator de machine  
35 tournante électrique selon la revendication 1,

caractérisé en ce que l'on fait tourner le stator, consécutivement à la réalisation d'un créneau d'une valeur angulaire équivalent approximativement au pas circonférentiel correspondant au pas des encoches affectées à l'une des phases du stator.

5) Procédé de bobinage d'un stator de machine tournante électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on asservit en translation les moyens d'amenée du fil de bobinage 16 de manière à procurer, lors de la réalisation d'un créneau, un déplacement transversal du fil de bobinage 17 équivalent approximativement au pas circonférentiel correspondant au pas des encoches affectées à l'une des phases du stator.

6) Dispositif destiné à la mise en oeuvre du procédé de bobinage défini dans la revendication 1 qui comprend, en combinaison :

- des moyens d'amenée (40) du fil électriquement conducteur (17) à conformer ;
- des moyens pour conformer le créneau de départ hors du stator ;
- des moyens pour introduire et maintenir positionné le créneau de départ dans les deux encoches du stator qui le reçoivent ;
- des moyens pour conformer le fil électriquement conducteur, à partir du créneau de départ, d'une succession de créneaux ayant des hauteurs et/ou des largeurs croissantes ou décroissantes qui correspondent aux deux encoches respectives qui doivent les recevoir et dans lesquelles lesdits moyens les introduisent consécutivement à la formation de chacun ;
- des moyens de bridage du créneau qui précède celui qui va être réalisé ;
- des moyens de coupe du fil conformé en "zig-zag" dans le stator pour sa séparation en tronçons correspondant aux enroulements de phase.

7) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens pour conformer le fil conducteur en

créneaux comprennent entre autres deux paires de pinces préhensiles (20,21) aptes à pincer le fil électriquement conducteur (17) en deux prises distinctes éloignées l'une de l'autre d'une distance susceptible de croître ou décroître selon la largeur des créneaux à obtenir.

8) Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les mâchoires (22a,23a) de chaque pince (22,23) a un profil arrondi autour duquel le fil conducteur (17) prend la forme d'un arc de flèche (f) dont la corde correspond approximativement au créneau à obtenir.

9) Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que chaque paire de pinces est assujettie à un bras manipulateur (18,19).

10) Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que les bras manipulateurs (18,19) sont asservis par des mécanismes automatiques programmés, notamment par des mécanismes à commande numérique.

FIG.1

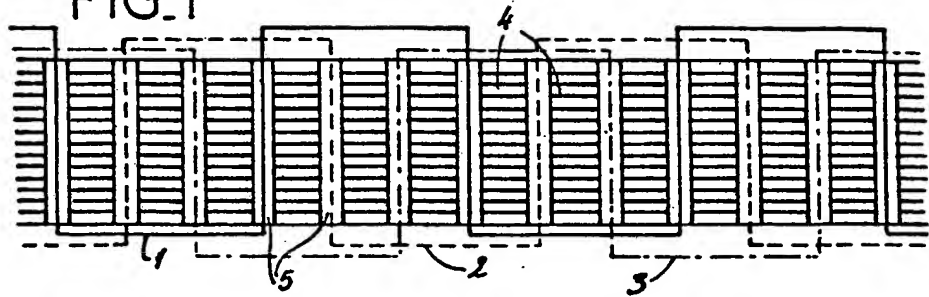


FIG.2

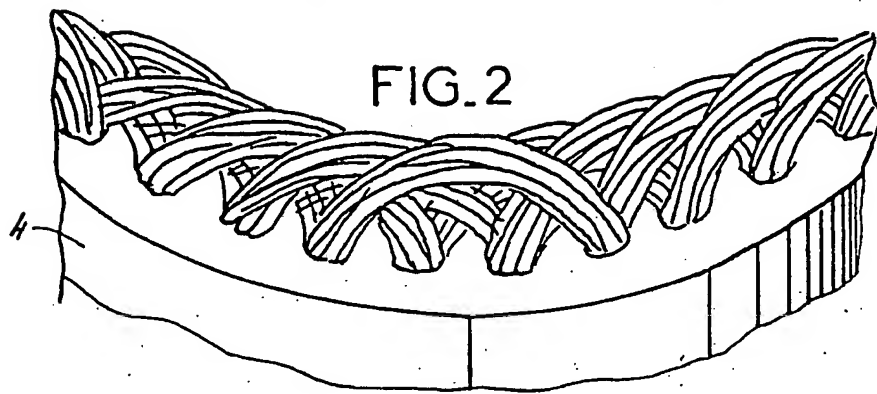


FIG.3

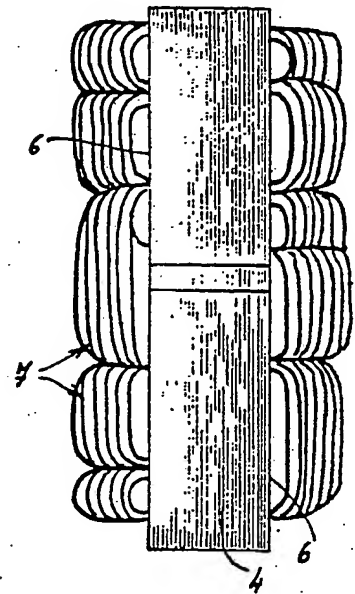


FIG.4

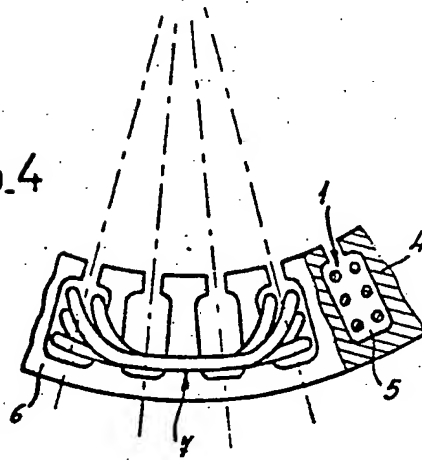
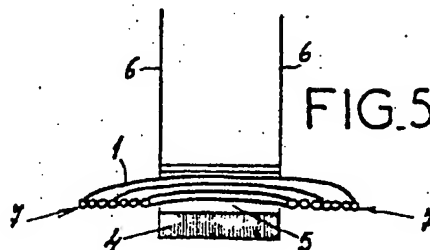
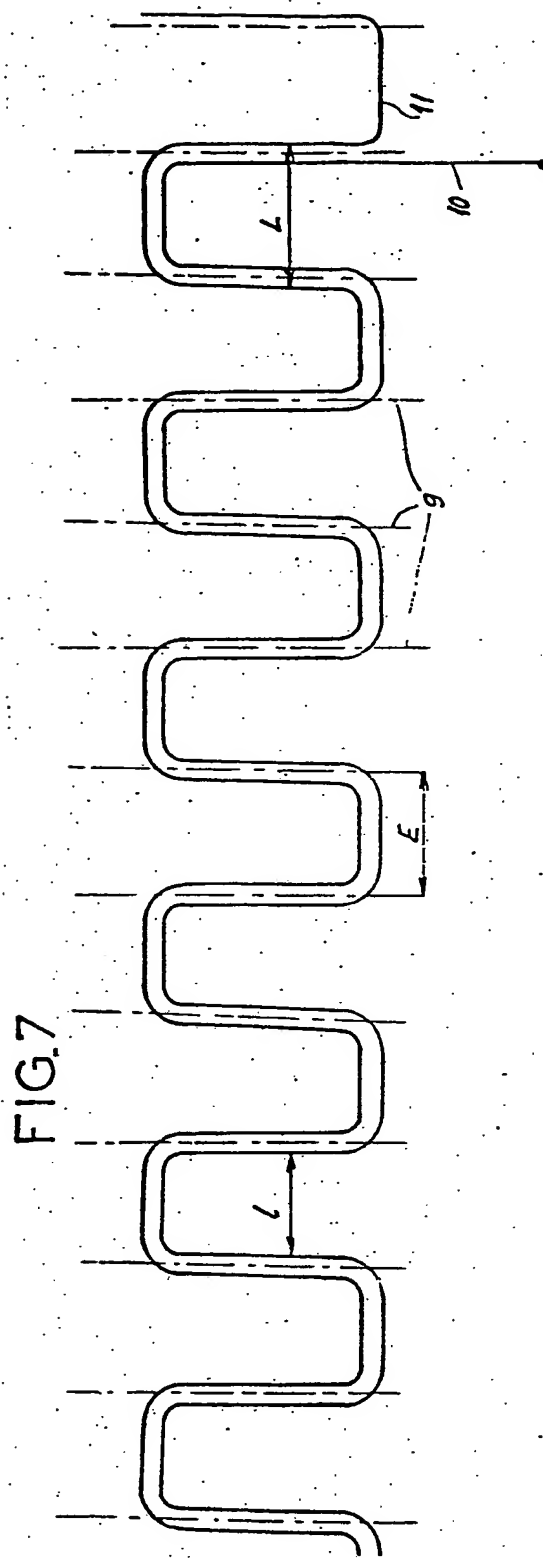
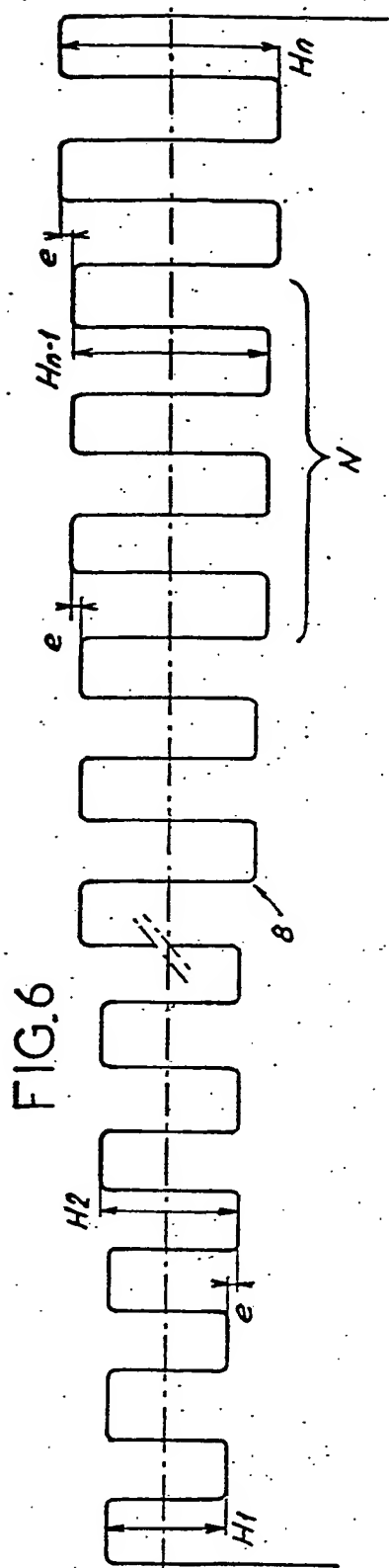


FIG.5







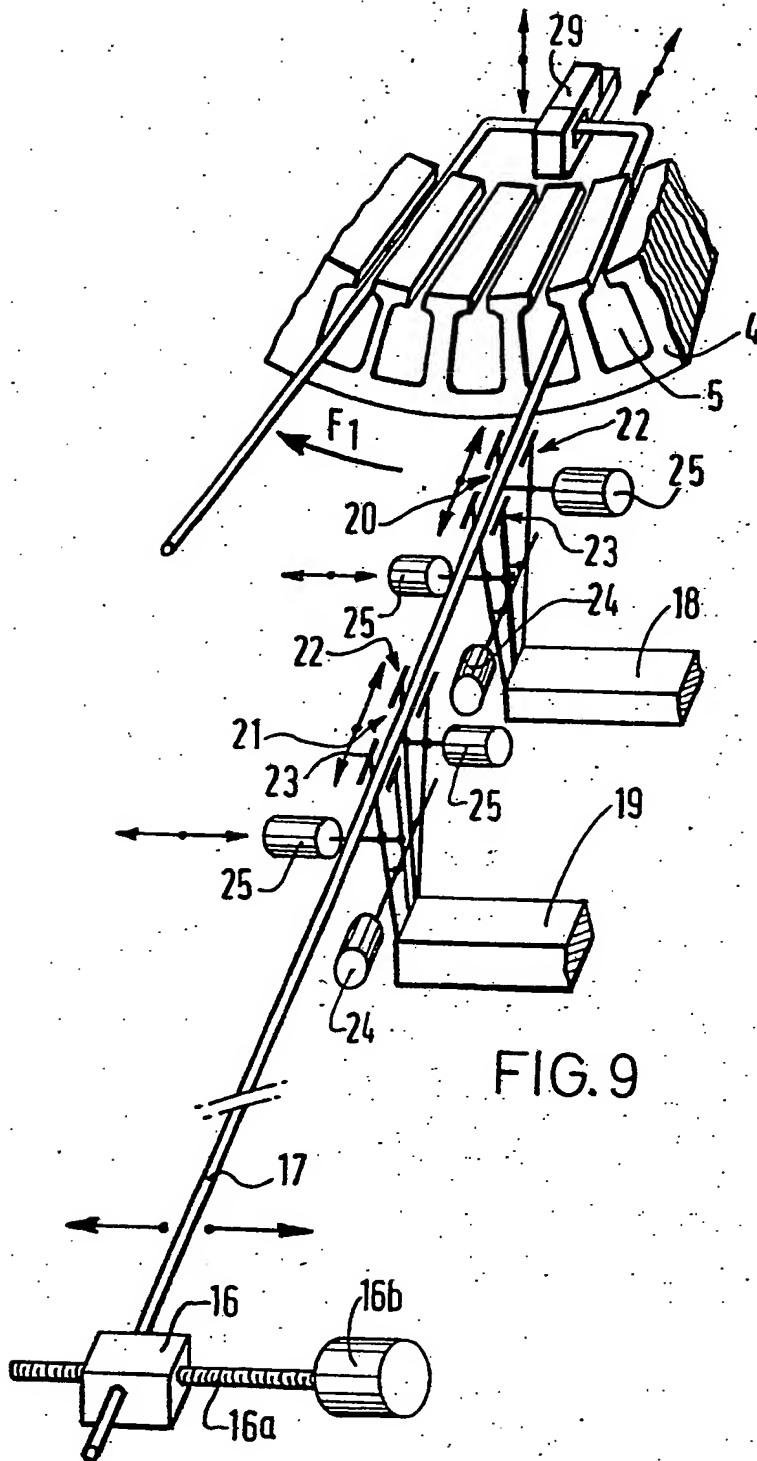


FIG. 9

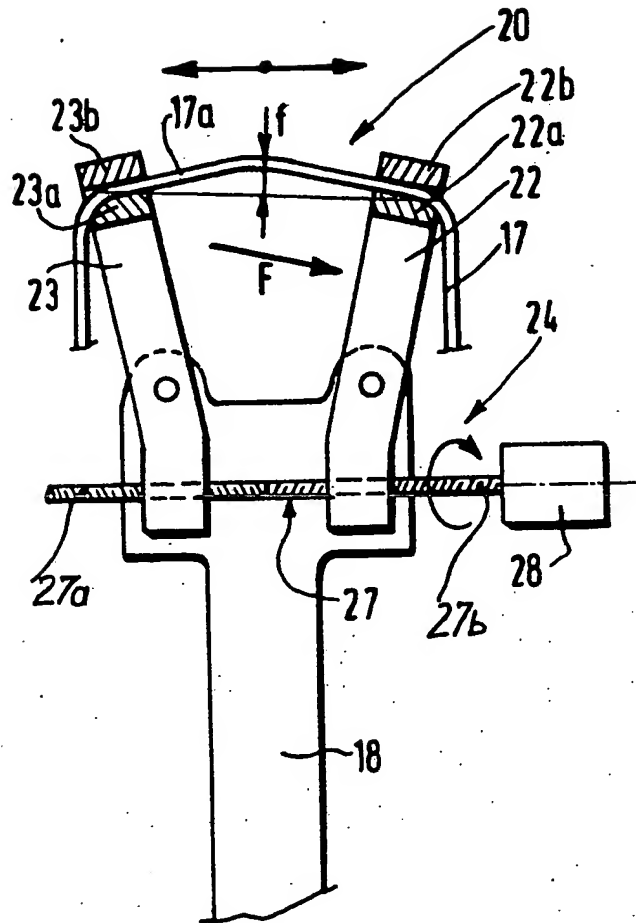


FIG.10

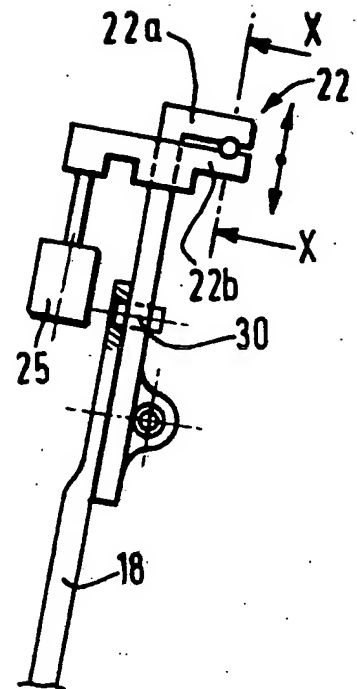


FIG.11



